

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

## KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020040015604 A  
 (43)Date of publication of application: 19.02.2004

(21)Application number: 1020020047888  
 (22)Date of filing: 13.08.2002

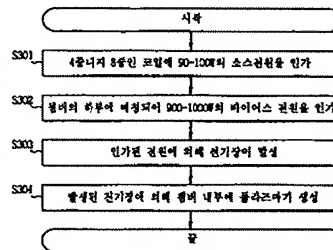
(71)Applicant: ADAPTIVE PLASMA  
 TECHNOLOGY  
 CORPORATION  
 (72)Inventor: KIM, NAM HEON  
 KIM, SEUNG GI  
 OH, SANG RYONG

(51)Int. Cl. H01L 21 /3065

## (54) METHOD FOR GENERATING PLASMA USING ACP PROCESS

## (57) Abstract:

PURPOSE: A method for generating plasma using an ACP(Adaptively Coupled Plasma) process is provided to be capable of improving photoresist selectivity. CONSTITUTION: A source power of 90-100 Watt is applied to a quadruple or octuple coil (S301). A bias power of 900-1000 Watt is applied to the lower portion of a chamber(S302). An electric field is generated by the applied power(S303). Plasma is generated at the inner portion of the chamber due to the generated electric field(S304). Preferably, the photoresist selectivity of a plasma etching system is x: 1. At this time, the x is in the range of 6, or higher. Preferably, the etch rate of the plasma etching system is in the range of 8000-9000 angstrom/min at the power of 1600 Watt under a pressure of 40-80 mT.



copyright KIPO 2004

## Legal Status

Date of request for an examination (20020813)  
 Notification date of refusal decision (00000000)  
 Final disposal of an application (registration)  
 Date of final disposal of an application (20040910)  
 Patent registration number (1004558190000)  
 Date of registration (20041027)  
 Number of opposition against the grant of a patent ( )  
 Date of opposition against the grant of a patent (00000000)  
 Number of trial against decision to refuse ( )

Date of requesting trial against decision to refuse ( )

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/3065

(45) 공고일자 2004년11월06일  
(11) 등록번호 10-0455819  
(24) 등록일자 2004년10월27일

(21) 출원번호	10-2002-0047888	(65) 공개번호	10-2004-0015604
(22) 출원일자	2002년08월13일	(43) 공개일자	2004년02월19일

(73) 특허권자 어댑티브플라즈마테크놀로지 주식회사  
경기 수원시 영통구 영통동 1

(72) 발명자 김남현  
경기도 수원시 팔달구 영통동 973-3 벽적골 두산아파트 804동 302호

김승기  
경기도성남시분당구야탑동탑마을대우아파트204-1203

오상룡  
경기도화성시태안읍반월리신영통현대타운401-1204

(74) 대리인 박용순  
조현석

심사관 : 이준성

(54) ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법

요약

본 발명은 반도체 소자의 제조 공정에 이용되는 장비 가운데 플라즈마 에칭시스템에서 플라즈마를 생성하는 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법은, 반도체 소자의 제조 공정에 이용되는 장비 가운데 챔버(chamber), 챔버덮개에 해당하는 돔(dome), 상기 돔의 윗면에 안착된 나선형의 코일(coil), 상기 코일에 소스 전원을 인가하는 소스 전원부, 상기 챔버의 하부에 매칭(matching)되어 바이어스 전원을 공급하는 바이어스 전원부를 포함하는 플라즈마 에칭시스템 가운데 상기 챔버 내부에 플라즈마를 생성하는 방법에 있어서, 4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나의 코일에 n 크기의 소스 전원을 인가하고, 상기 챔버의 하부에 매칭되어 m 크기의 바이어스 전원을 인가하는 전원 인가단계; 상기 인가된 전원에 의해 전기장이 발생하는 전기장 발생단계; 및 상기 발생된 전기장에 의해 챔버 내부에 플라즈마가 생성하는 플라즈마 생성단계를 포함하여 이루어져, 높은 PR 선택비를 요하는 난해한(Critical) 공정에도 사용될 수 있는 효과가 있다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 및 도 1b는 종래의 방식(CCP방식, ICP방식)에 의한 플라즈마 에칭시스템의 구성도이고,

도 2a는 본 발명에 따른 일 실시예에 적용되는 플라즈마 에칭시스템의 구성도이고,  
 도 2b는 도 2a에 구비되는 6중 코일의 평면도이고,  
 도 3은 본 발명에 따른 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법의 흐름도이고,  
 도 4a 내지 도 4c는 본 발명에 따른 일 실시예의 특성값을 종래의 방식(ICP방식, CCP방식)에 의한 특성값과 비교하여 도시한 그래프이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

CCP : Capacitive Coupled Plasma

ICP : Inductive Coupled Plasma

ACP : Adaptively Coupled Plasma

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 소자의 제조 공정에 이용되는 장비 가운데 플라즈마 에칭시스템에서 플라즈마를 생성하는 방법에 관한 것이다.

보다 상세하게는, 반도체 소자의 제조 공정에 이용되는 장비 가운데 4중 내지 8중 코일 가운데 어느 하나의 코일을 구비한 플라즈마 에칭시스템에 소스 전원과 바이어스 전원을 1:x의 비율로 인가하되 x는 6이상으로 설정함으로써, 플라즈마 생성을 위한 종래의 방식(ICP방식과 CCP방식)들의 장점 뿐만 아니라 종래의 방식들에는 없던 독특한 장점을 갖도록 한 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법에 관한 것이다.

일반적으로, 반도체 소자의 제조 공정에서 웨이퍼 표면에 회로의 배선 패턴을 형성하여 식각(蝕刻)하는 것을 에칭(etching)이라고 한다.

에칭은, 대규모 집적 회로(LSI) 등 반도체 디바이스를 제조하는 공정에서 반도체 단결정 웨이퍼에 박막 형성· 포토리소그래피(photolithography)· 에칭· 이온(ion) 주입 등의 요소 기술이 가해지는 요소 프로세스 중의 한 공정으로서, 종전에는 화학 약품을 사용하는 웨트 에칭(wet etching)법으로 시행하였으나 1970년대 중반부터 회로 패턴의 미세화· 고정밀도화의 요구에 따라 드라이 에칭(dry etching)법이 진척되었다.

상기 드라이 에칭(이하에서는 '에칭'이라 통칭함)을 수행하는 종래의 플라즈마 에칭시스템은 플라즈마를 생성하는 방식에 따라 다시 CCP(Capacitive Coupled Plasma)와 ICP(Inductive Coupled Plasma)로 분류된다.

CCP 방식의 플라즈마 에칭시스템은 도 1a에 도시된 바와 같이, 내부에 웨이퍼(wafer)가 놓여지며 내벽에는 산화피막된 알루미늄층이 뒤덮혀 있는 원통형의 챔버(chamber); 상기 챔버의 상단을 덮고 있는 둥근 형상으로 윗면과 밑면이 평평하며, 소정의 유전율( $\epsilon$  1)을 갖는 단일층의 돔(dome); 및 상기 챔버의 하부에 매칭(matching)되어 90~100 W의 바이어스(biased) 전원을 공급하여 챔버 내부에 이온들의 에너지를 증가시키는 바이어스 전원부를 포함하여 구성된다.

ICP 방식의 플라즈마 에칭시스템은 도 1b에 도시된 바와 같이, CCP 방식의 플라즈마 에칭시스템의 바이어스 전원부 대신, 상기 돔의 윗면에 안착된 나선형의 코일; 및 상기 코일에 900~1000W의 소스 전원을 공급하여 전기장을 발생시키는 소스 전원부를 포함한다.

플라즈마 에칭시스템의 동작에 대해 간단히 설명하면, 다음과 같다.

상기 돔은 유전율( $\epsilon$  1)이 9.3~9.8 범위내의 값을 갖는 알루미나( $Al_2O_3$ )로 이루어져 있다.

상기 바이어스 또는 소스 전원에 의해 발생된 전기장은 소정의 유전율( $\epsilon$  1)을 갖는 돔을 통과하여(Coupling) 챔버 내부로 유기된다.

이와 같이 유기된 전기장은 챔버 내부의 가스(gas)속에 방전을 일으켜 가스를 플라즈마(plasma)화하고 이로부터 발생된 중성의 라디칼(radical) 입자들과 전하를 띤 이온(ion)들의 피식각물질과의 화학반응에 의해 웨이퍼 표면에 마스크되어 있지 않은 부분이 식각된다.

즉, 챔버 내부에 놓여진 웨이퍼의 상부 표면에는 나이트라이드 층(Nitride layer)이 도포되고 이 위에 식각되기를 원하지 않는 부분에는 PR(Photo Resist)이 다시 도포되어 마스크(masking)되어 있으며, 상기 웨이퍼 가운데 PR이 마스크되지 않은 나이트라이드 층만이 선별적으로 식각된다.

이때, 발생하는 플라즈마 에칭시스템의 특성값들을 5가지로 정리하면 다음과 같다.

(1) PR 선택비

웨이퍼가 플라즈마 가스에 의해 식각되면, PR이 마스크되어 있지 않은 나이트라이드 층 뿐만 아니라 마스크되어 있는 PR까지도 식각되는데 나이트라이드 층과 PR의 식각속도의 비를 나이트라이드 : PR 선택비라고 명명하며 통상적으로 PR 선택비라고도 한다.

따라서 상기 PR 선택비는 클수록 바람직한데, ICP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템은 PR 선택비가 3:1 보다 작은 반면 CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템은 PR 선택비가 3:1 ~ 6:1 로 나타나므로 PR 선택비에 있어서는 CCP 방식이 더 좋은 특성을 갖는다.

(2) 에치 레이트(etch rate)

웨이퍼에서 식각되어야 하는 부분 즉 마스크되지 않은 나이트라이드 층의 식각속도이다.

상기 식각속도는 클수록 바람직한데, ICP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템은 챔버 내에 압력이 40~80mT인 경우 4000~5000A/min의 값을 갖으며 압력에 반 비례하는 반면, CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템은 챔버 내에 압력이 40~80mT인 경우 바이어스 전원을 1600W까지 증가시키면 8000~9000A/min의 값을 가지면서 압력에 비례한다.

따라서, CCP 방식은 ICP 방식에 비해 에치 레이트가 크게 나타날 뿐 아니라 압력에 비례하므로 에치 레이트에 있어서는 CCP 방식이 더 좋은 특성을 갖는다.

(3) 플라즈마 밀도(도 4a 참조)

웨이퍼는 플라즈마에 의해 식각되므로 플라즈마 밀도는 챔버 내부의 압력이 높아질수록 높은 것이 바람직하다. 이것은 챔버 내의 압력이 낮을 경우 공정의 안정성 및 반복가능성(repeatability)과 재생가능성(reproducibility)에서 좋지 않기 때문이다.

따라서, ICP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템에서는 챔버 내부의 압력이 30mT인 경우 소스 전원이 1000W이면 플라즈마 밀도가 약  $2.40 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$  이며 소스 전원이 2800W이면 약  $10^{12} \text{ cm}^{-3}$  이고 압력이 증가함에 따라 플라즈마 밀도가 큰 폭으로 상승하는데 반해, CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템에서는 챔버 내부의 압력이 30mT인 경우 플라즈마 밀도가 약  $3.20 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  이며 압력이 증가함에 따라 플라즈마 밀도가 상당히 작은 폭으로 상승한다. 따라서, 플라즈마 밀도에 있어서는 CCP 방식에 비해 ICP 방식이 더 좋은 특성을 갖는다.

(4) 전자입자 온도(도 4b 참조)

플라즈마 내에 전자입자의 온도를 말하며 온도의 단위로 K(Kelvin temperature)가 사용되는데 전자입자의 온도의 숫자가 너무 크기 때문에 (12,400K는 약 1eV에 해당함) 본 업계에서는 온도의 단위로 eV를 사용한다.

상기 전자입자의 온도가 낮으면 챔버 내에 플라즈마의 온도가 낮아지므로 플라즈마로 인한 웨이퍼의 손상이 적어지나 반면 전자입자의 온도가 높아지면 높은 에너지를 갖는 전자입자들이 웨이퍼내의 구조에 들어가게 되어 접합 손상(junction damage)이 발생할 수 있다.

챔버 내에 압력이 30 mT인 경우 전자입자의 온도는 ICP 방식 및 CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템에서 모두 약 4.0 eV로 나타난다.

전자입자의 온도는 낮을수록 바람직한데 CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템과 ICP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템 모두 그다지 낮지 않은 특성을 갖는다.

(5) 이온 전류밀도(도 4c 참조)

플라즈마 내에 이온의 전류밀도로서 단위는 mA/cm<sup>2</sup> 이며 클수록 에칭속도 즉 에치 레이트가 증가되므로, 이온 전류밀도는 높을수록 바람직하다.

ICP 방식과 CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템의 경우 모두가 챔버 내에 압력이 30 mT이면 약 1mA/cm<sup>2</sup> 이며 ICP 방식이 CCP 방식에 비해 약간 더 높게 나타남을 알 수 있으나 두 방식에 의한 경우 모두 챔버 내의 압력을 높여도 크게 증가하지는 않음을 알 수 있다.

전술한 바와 같이, CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템과 ICP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템이 각각의 장, 단점을 지니고 있어 이 두가지 방식의 장점만을 수용한 새로운 방식의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 이러한 요구에 부응하기 위해 창작된 것으로서, 4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나의 코일이 구비된 플라즈마 에칭시스템의 소스 전원과 바이어스 전원의 비율을 1:(6~20)으로 설정함으로써, 플라즈마 에칭시스템의 특성 가운데 PR 선택비를 개선한 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법을 제공하는 것이다.

또한 본 발명의 다른 목적은, 4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나의 코일이 구비된 플라즈마 에칭시스템의 소스 전원과 바이어스 전원의 비율을 1:(6~20)으로 설정함으로써, 플라즈마 에칭시스템의 특성 가운데 에치 레이트를 개선한 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법을 제공하는 것이다.

또한 본 발명의 다른 목적은, 4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나의 코일이 구비된 플라즈마 에칭시스템의 소스 전원과 바이어스 전원의 비율을 1:(6~20)으로 설정함으로써, 플라즈마 에칭시스템의 특성 가운데 플라즈마 밀도를 개선한 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법을 제공하는 것이다.

또한 본 발명의 다른 목적은, 4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나의 코일이 구비된 플라즈마 에칭시스템의 소스 전원과 바이어스 전원의 비율을 1:(6~20)으로 설정함으로써, 플라즈마 에칭시스템의 특성 가운데 전자입자의 온도를 개선한 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법을 제공하는 것이다.

또한 본 발명의 다른 목적은, 4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나의 코일이 구비된 플라즈마 에칭시스템의 소스 전원과 바이어스 전원의 비율을 1:(6~20)으로 설정함으로써, 플라즈마 에칭시스템의 특성 가운데 이온 전류밀도를 개선한 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예는, 반도체 소자의 제조 공정에 이용되는 장비 가운데 챔버(chamber), 챔버덮개에 해당하는 돔(dome), 상기 돔의 윗면에 안착된 나선형의 코일(coil), 상기 코일에 소스 전원을 인가하는 소스 전원부, 상기 챔버의 하부에 매칭(matching)되어 바이어스 전원을 공급하는 바이어스 전원부를 포함하는 플라즈마 에칭시스템 가운데 상기 챔버 내부에 플라즈마를 생성하는 방법에 있어서, 4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나

의 코일에  $n$  크기의 소스 전원을 인가하고, 상기 챔버의 하부에 매칭되어  $m$  크기의 바이어스 전원을 인가하는 전원 인가단계; 상기 인가된 전원에 의해 전기장이 발생하는 전기장 발생단계; 및 상기 발생된 전기장에 의해 챔버 내부에 플라스마가 생성하는 플라스마 생성단계를 포함하여 이루어지고, 상기  $m/n$ 은 6이상 20이하의 범위를 갖는 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법으로서, 상술한 과제를 해결한다.

또 본 발명은, 상기  $n$ 은 90~100W(W:Watt)이고, 상기  $m$ 은 900~1000W인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법으로서, 상술한 과제를 해결한다.

또 본 발명은, 상기 플라스마 에칭시스템의 PR 선택비는  $x:1$ 이고, 상기  $x$ 는 6이상인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법으로서, 상술한 과제를 해결한다.

또 본 발명은, 상기 플라스마 에칭시스템의 에치 레이트(etch rate)는, 챔버내에 압력이 40~80 mT이고 바이어스 전원이 1600W인 경우, 8000~9000 Å/min인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법으로서, 상술한 과제를 해결한다.

또 본 발명은, 상기 플라스마 에칭시스템의 플라스마 밀도는, 챔버내 압력과 소스 전원에 따라 플라스마 밀도를 변화시킬 수가 있으며 챔버 내부에 압력이 40~80 mT인 경우 소스 전원이 1000W인 경우  $1\text{cm}^3$  내에  $4.40 \times 10^{11} \sim 1.04 \times 10^{12}$  인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법으로서, 상술한 과제를 해결한다.

또 본 발명은, 상기 플라스마 에칭시스템의 전자입자의 온도는 3.0eV 이하인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법으로서, 상술한 과제를 해결한다.

또 본 발명은, 상기 플라스마 에칭시스템의 이온 전류밀도는 챔버 내에 압력이 40~80mT이고 소스 전원이 1000W인 경우 10~20 mA/cm<sup>2</sup> 인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법으로서, 상술한 과제를 해결한다. 본 발명의 목적과 특징 및 장점은 첨부된 도면 및 다음의 상세한 설명을 참조함으로써 더욱 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

종래의 플라스마 생성방식이 CCP, ICP인 것과 대비하여 본 발명에 따른 플라스마 생성방식은 편의상 ACP(Adaptively Coupled Plasma)라 명명하기로 한다.

도 2a는 본 발명에 따른 일 실시예에 적용되는 플라스마 에칭시스템의 구성도이고, 도 2b는 도 2a에 구비되는 6중 코일의 평면도이다.

본 발명에 따른 일 실시예에 적용되는 플라스마 에칭시스템은 4중 내지 8중 코일 가운데 6중 코일이 구비되며 소스 전원부 및 바이어스 전원부를 모두 포함한다.

도 3은 본 발명에 따른 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법의 흐름도로서, 이하에서는 본 발명에 따른 ACP 방식에 의한 플라스마 생성방법에 대해 첨부된 도 4a 내지 도 4c를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 소스 전원부는 돔의 상부에 장착된 코일에 90~100W의 소스 전원을 인가(S301)하고 바이어스 전원부는 챔버의 하부에 매칭(matching)되어 900~1000W의 바이어스 전원을 인가(S302)한다.

참고로, 소스 전원은 챔버 내에 생성되는 플라스마내에 이온의 밀도를 결정하며 바이어스 전원은 상기 이온의 에너지를 결정하게 되는데, 본 실시예에서는 소스 전원과 바이어스 전원의 비율을 1:(6~20)으로 하여 플라스마 에칭시스템의 특성값(1. PR 선택비, 2. 에치 레이트, 3. 플라스마 밀도, 4. 전자입자의 온도, 5. 이온 전류밀도)을 최적의 상태로 유지한다. 상기 특성값에 대한 설명은 후술하는 내용에서 보다 상세히 언급하기로 한다.

이어, 상기와 같이 인가된 소스 전원과 바이어스 전원에 의해 전기장이 발생(S303)되고, 상기 발생된 전기장에 의해 챔버 내부에는 플라스마가 생성된다.

이와 같이 플라스마가 생성된 플라스마 에칭시스템의 5가지 특성값에 대해 순차적으로 서술하면 다음과 같다.

#### (1) PR 선택비

ACP 방식에 의한 본 실시예에서 PR 선택비는  $x:1$ 이고,  $x$ 는 6 이상이다.

PR 선택비는 클수록 바람직한데, ICP 방식에 의한 플라스마 에칭시스템은 PR 선택비가 3:1 보다 작은 반면 CCP 방식에 의한 플라스마 에칭시스템은 PR 선택비가 3:1 ~ 6:1 로 PR 선택비에 있어서 종래에는 CCP 방식이 더 좋은 특성을 가졌으나, 본 발명에 따른 ACP 방식이 CCP 방식보다 더 좋은 특성을 갖음을 알 수 있다.

#### (2) 에치 레이트

ACP 방식에 의한 본 실시예에서 에치 레이트는 챔버 내에 압력이 40~80mT이고 바이어스 전원이 1600W인 경우, 8000~9000 Å/min이며 상기 압력에 비례한다.

에치 레이트 즉 식각속도도 클수록 바람직한데, ICP 방식에 의한 플라스마 에칭시스템은 챔버 내에 압력이 40~80mT인 경우 4000~5000 Å/min의 값을 갖으며 압력에 반비례하는 반면, CCP 방식에 의한 플라스마 에칭시스템은 챔버 내에 압력이 40~80mT인 경우 바이어스 전원을 1600W까지 증가시키면 8000~9000 Å/min의 값을 가지면서 압력에 비례하여 종래에는 ICP 방식에 비해 CCP 방식이 더 좋은 특성을 가졌다.

그리고, 본 발명에 따른 ACP 방식 또한 CCP 방식에 보다 근접한 좋은 특성을 갖음을 알 수 있다.

#### (3) 플라스마 밀도(도 4a 참조)

ACP 방식에 의한 본 실시예에서 플라스마 밀도는 챔버 내에 압력이 40~80mT이며 소스 전원이 1000W인 경우  $1\text{cm}^3$  내에  $4.40 \times 10^{11} \sim 1.04 \times 10^{12}$  의 값을 갖으며 특히 상기 압력이 30mT인 경우 약  $5.40 \times 10^{11}$  의 값을 갖는다.

챔버내에 압력이 높을수록 플라스마 밀도는 높은 것이 바람직한데, ICP 방식에 의한 플라스마 에칭시스템에서는 챔버 내부의 압력이 30mT인 경우 소스 전원이 1000W이면 플라스마 밀도가 약  $2.40 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$  이며 소스 전원이 2800W이면 약  $10^{12} \text{cm}^{-3}$  이고 압력이 증가함에 따라 플라스마 밀도가 큰 폭으로 상승하는데 반해, CCP 방식에 의한 플라스마 에칭시스템에서는 챔버 내부의 압력이 30mT인 경우 플라스마 밀도가 약  $3.20 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$  이며 압력이 증가함에 따라 플라스마 밀도가 상당히 작은 폭으로 상승한다.

따라서, 플라즈마 밀도에 있어서는 CCP 방식에 비해 ICP 방식이 더 좋은 특성을 갖는데, 본 발명에 따른 ACP 방식은 CCP 방식보다 ICP 방식에 보다 근접한 좋은 특성을 갖음을 알 수 있다.

(4) 전자입자의 온도(도 4b 참조)

ACP 방식에 의한 본 실시예에서 전자입자의 온도는 챔버 내에 압력이 40~80mT인 경우 2.0~2.5eV의 값을 갖으며 특히 상기 압력이 30mT인 경우 약 2.3eV의 값을 갖는다. 또한, 챔버 내에 압력에 관계없이 3.0eV 이하의 값을 갖는다.

전자입자의 온도는 낮을수록 바람직한데, 챔버 내에 압력이 30mT인 경우 전자입자의 온도는 ICP방식 및 CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템에서 모두 약 4.0eV로 나타난다.

따라서, 전자입자의 온도에 있어서는 ICP 방식과 CCP 방식이 유사한 특성을 갖는데 반해, 본 발명에 따른 ACP 방식은 ICP 및 CCP방식 모두에 대해 우월한 특성을 갖음을 알 수 있다.

(5) 이온 전류밀도(도 4c 참조)

ACP 방식에 의한 본 실시예에서 이온 전류밀도는 챔버 내에 압력이 40~80mT이고 소스 전원이 1000W인 경우 10~20mA/cm<sup>2</sup>의 값을 갖으며 특히 상기 압력이 30mT인 경우 11mA/cm<sup>2</sup>의 값을 갖는다.

이온 전류밀도는 클수록 바람직한데, ICP 방식과 CCP 방식에 의한 플라즈마 에칭시스템의 경우 모두가 챔버 내에 압력이 30mT인 경우 약 1mA/cm<sup>2</sup>로서 ICP 방식이 CCP 방식에 비해 약간 더 높게 나타남을 알 수 있으나 두 방식에 의한 경우 모두 챔버 내의 압력을 높여도 크게 증가하지는 않음을 알 수 있다.

따라서, 이온 전류밀도에 있어서는 ICP 방식과 CCP 방식이 유사한 특성을 갖는데 반해, 본 발명에 따른 ACP 방식은 ICP 및 CCP방식 모두에 대해 우월한 특성을 갖음을 알 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예들은 에칭종류에 관계없이 동일하게 적용될 수 있는데, 특히 웨이퍼의 조성물에 따른 에칭종류 즉 산화물에칭(oxide-etching), 폴리에칭(poly-etching), 메탈에칭(metal-etching)에도 적용될 수 있음은 물론이다. 이상의 본 발명은 상기에 기술된 실시예들에 의해 한정되지 않고, 당업자들에 의해 다양한 변형 및 변경을 가져올 수 있으며, 이는 첨부된 청구항에서 정의되는 본 발명의 취지와 범위에 포함된다.

#### 발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 플라즈마 에칭시스템의 특성값 가운데 PR 선택비를 개선함으로써 높은 PR 선택비를 요하는 난해한(Critical) 공정에도 사용될 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 플라즈마 에칭시스템의 특성값 가운데 에치 레이트를 개선함으로써 생산성(throughput)을 개선하는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 플라즈마 에칭시스템의 특성값 가운데 플라즈마 밀도를 개선함으로써 종래의 ICP나 CCP방식으로는 가능하지 않은 난해한(Critical) 공정을 빠른 시간안에 효과적으로 식각하는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 플라즈마 에칭시스템의 특성값 가운데 전자입자의 온도를 개선함으로써 플라즈마로 인한 웨이퍼 손상(damage)를 최소화하여 궁극적으로 수율(收率, Yield)를 개선하는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 플라즈마 에칭시스템의 특성값 가운데 이온 전류밀도를 개선함으로써 저전력으로 효과적인 식각을 하는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

반도체 소자의 제조 공정에 이용되는 장비 가운데 챔버(chamber), 챔버덮개에 해당하는 돔(dome), 상기 돔의 윗면에 안착된 나선형의 코일(coil), 상기 코일에 소스 전원을 인가하는 소스 전원부, 상기 챔버의 하부에 매칭(matching)되어 바이어스 전원을 공급하는 바이어스 전원부를 포함하는 플라즈마 에칭시스템 가운데 상기 챔버 내부에 플라즈마를 생성하는 방법에 있어서,

4중 내지 8중인 코일 가운데 어느 하나의 코일에 n 크기의 소스 전원을 인가하고, 상기 챔버의 하부에 매칭되어 m 크기의 바이어스 전원을 인가하는 전원 인가단계;

상기 인가된 전원에 의해 전기장이 발생하는 전기장 발생단계; 및

상기 발생된 전기장에 의해 챔버 내부에 플라즈마가 생성하는 플라즈마 생성단계를 포함하여 이루어지며,

상기 m/n은 6이상 20이하의 범위를 갖는 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

#### 청구항 2.

삭제

#### 청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 n은 90~100W(W:Watt)이고, 상기 m은 900~1000W인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성 방법.

#### 청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 PR 선택비는 x:1이고, 상기 x는 6이상인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 5.**

제 3항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 PR 선택비는  $x:1$ 이고, 상기  $x$ 는 6이상인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 6.**

제 1항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 에치 레이트(etch rate)는, 챔버내에 압력이  $40\sim 80\text{mT}$ 이고 바이어스 전원이  $1600\text{W}$ 인 경우,  $8000\sim 9000\text{\AA}/\text{min}$ 인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 7.**

제 3항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 에치 레이트(etch rate)는, 챔버내에 압력이  $40\sim 80\text{mT}$ 이고 바이어스 전원이  $1600\text{W}$ 인 경우,  $8000\sim 9000\text{\AA}/\text{min}$ 인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 8.**

제 1항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 플라즈마 밀도는, 챔버 내부에 압력이  $40\sim 80\text{mT}$ 이며 소스 전원이  $1000\text{W}$ 인 경우  $1\text{cm}^3$  내에  $4.40\times 10^{11} \sim 1.04\times 10^{12}$  인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 9.**

제 3항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 플라즈마 밀도는, 챔버 내부에 압력이  $40\sim 80\text{mT}$ 이며 소스 전원이  $1000\text{W}$ 인 경우  $1\text{cm}^3$  내에  $4.40\times 10^{11} \sim 1.04\times 10^{12}$  인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 10.**

제 1항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 전자입자의 온도는  $3.0\text{eV}$  이하인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 11.**

제 3항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭시스템의 전자입자의 온도는  $3.0\text{eV}$  이하인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 12.**

제 1항에 있어서,

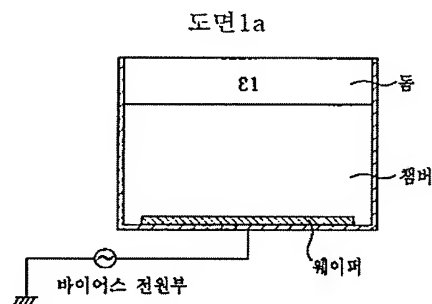
상기 플라즈마 에칭시스템의 이온 전류밀도는 챔버 내에 압력이  $40\sim 80\text{mT}$ 이며 소스 전원이  $1000\text{W}$ 인 경우  $10\sim 20\text{mA}/\text{cm}^2$  인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

**청구항 13.**

제 3항에 있어서,

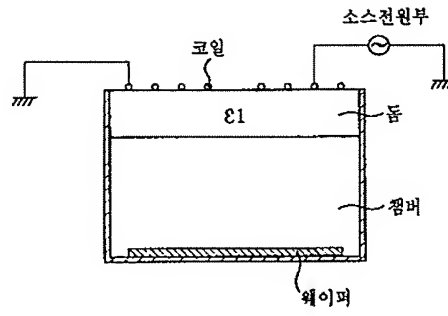
상기 플라즈마 에칭시스템의 이온 전류밀도는 챔버 내에 압력이  $40\sim 80\text{mT}$ 이며 소스 전원이  $1000\text{W}$ 인 경우  $10\sim 20\text{mA}/\text{cm}^2$  인 것을 특징으로 하는 ACP 방식에 의한 플라즈마 생성방법.

도면

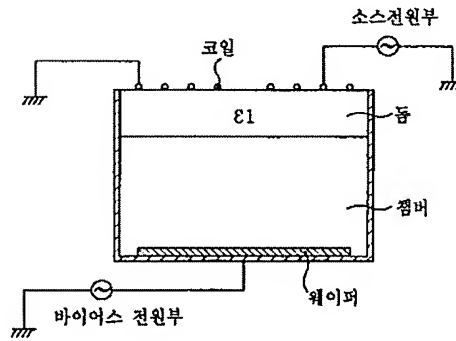




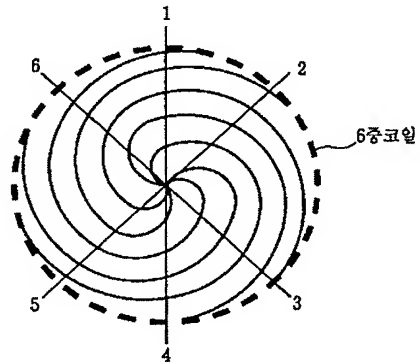
도면1b



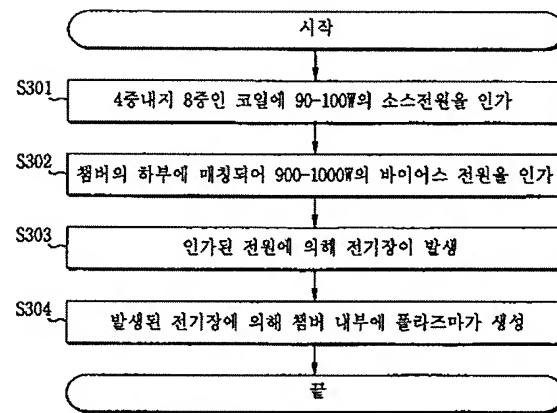
도면2a



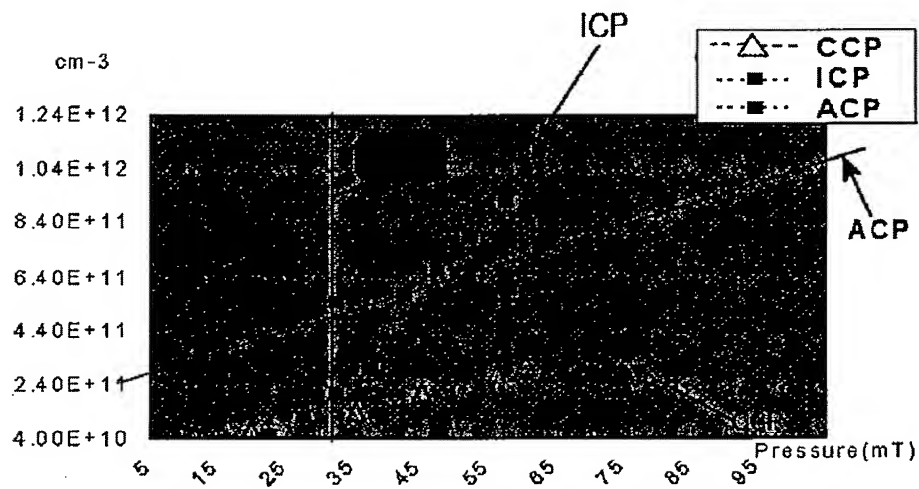
도면2b



도면3



도면4a



도면4b



도면4c

